

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-208680

⑤ Int. Cl.⁴

H 01 L 41/08

識別記号

庁内整理番号

C-7131-5F

⑬ 公開 昭和62年(1987)9月12日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 積層バイモルフ

⑮ 特 願 昭61-51005

⑯ 出 願 昭61(1986)3月7日

⑰ 発 明 者 小 川 敏 夫 長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内
⑱ 発 明 者 安 藤 陽 長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内
⑲ 出 願 人 株式会社村田製作所 長岡京市天神2丁目26番10号
⑳ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

積層バイモルフ

2. 特許請求の範囲

(1) 金属板と、

金属板の両面に貼付けられており、相互に逆方向に伸縮するように分極処理された第1および第2の圧電セラミック板とを備えるバイモルフであって、

前記各圧電セラミック板は、複数のセラミックグリーンシートを電極を介在させて積層し同時焼成して得られた焼結体を用いて構成されており、かつ焼結体内の電極は、スルーホールにより外部に引出されていることを特徴とする、積層バイモルフ。

(2) 前記スルーホールは、駆動時に一方の電位に接続される組の電極、および他方の電位に共通に接続される組の電極を相互に電気的に接続する、特許請求の範囲第1項記載の積層バイモルフ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、金属板の両面に圧電セラミック板を貼付けてなるバイモルフの構造の改良に関し、特に貼付けられる圧電セラミック板の構造に特徴を有するバイモルフに関する。

〔従来の技術〕

第2図に示すように、従来のバイモルフでは、たとえばシム材からなる金属板1の両面に圧電セラミック板2、3が貼付けられており、各圧電セラミック板2、3は、駆動時に、相互に逆方向に伸縮するように分極処理されている。

ところで、圧電セラミック板2、3は、それぞれ、予め焼成された複数の平板状圧電セラミックス2a、2b、3a、3bを接着剤により貼合わせることにより構成されている。すなわち、圧電セラミック板2は電極4、5がその表面に形成された圧電セラミックス2aと、電極6、7が両面に形成された圧電セラミックス2bとを貼り合わせて形成されている。同様に、圧電セラミック板

3は、電極8, 9が形成された圧電セラミックス3aと、電極10, 11が形成された圧電セラミックス3bを貼り合わせるにより形成されている。そして、金属板1に、各圧電セラミック板2, 3が導電性接着剤12, 13を利用して貼り合わされている。

駆動に際しては、第2図に示されているように、金属板1すなわち電極7, 11と、電極4, 8とをバイモルフ外で共通に接続し、他方電極6, 10をバイモルフ外で共通に接続する。そして、共通に接続された各電極に、図示のように電位を与えると、各圧電セラミックス2a, 2b, 3a, 3bが図示の矢印の方向に分極処理されているので、圧電セラミックス2は厚み方向に延び、他方、圧電セラミック板3は厚み方向に縮むことになる。よって、バイモルフ全体としては、図面上下方に突出した形状に歪むことになる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

第2図に従来のバイモルフ構造では、上記したように各圧電セラミック板2, 3は、複数の圧電

- 3 -

セラミックス2a, 2b, 3a, 3bを導電性接着剤を用いて貼り合わせるにより形成されている。ところが、各圧電セラミックス2a…3bは予め焼成したセラミックスを利用するものであるため、貼り合わせに先立ち平行研磨しなければならない。よって、その厚みには自ずと限度があり、通常、約100μmよりも薄くすることが困難であり、これより薄くしようとしても研磨に際し表面に傷が発生し、電気-機械結合係数などの圧電特性が劣化することになる。よって、より薄形で大きな変位量を有するバイモルフを構成するには不十分なものであった。

また、厚み100μm程度の薄い圧電セラミックス2a…3bを図示のように接着しなければならないが、現実には、このような薄い部材を全面均一に接着することは極めて難しい。

のみならず、駆動に際しては、第2図に示した片側2層の圧電セラミックス2a, 2bまたは3a, 3bを用いた場合でバイモルフ外における電気接続用配線が5本とかなり多く、よって非常に取扱

- 4 -

にくい構成となっている。

それゆえに、この発明の目的は、発生力が大きく、したがって同一発生力を得る場合にはより低電圧で駆動することができ、かつ駆動に際しての電気的接続が容易なバイモルフを提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

この発明のバイモルフは、やはり金属板と、金属板の両面に貼付けられており、相互に逆方向に伸縮するように分極処理された第1および第2の圧電セラミック板を備える。

さらに、この発明では、各圧電セラミック板は、複数のセラミックグリーンシートを電極を介在させて積層し同時焼成して得られた焼結体を用いて構成されており、かつ焼結体内の電極はスルーホールにより外部に引出されている。このスルーホールは、駆動に際し、一方の電位に接続される組の電極相互を、ならびに他方の電位に共通に接続される組の電極を相互に接続するものである。

〔作用〕

- 5 -

この発明では、金属板の両面に貼付けられる第1および第2の圧電セラミック板が、それぞれ、複数のセラミックグリーンシートを電極を介在させて積層・同時焼成して得られる一体焼結タイプの焼結体により構成されている。よって、各圧電セラミック板の電極に挟まれるセラミック層の厚みをかなり薄くすることが可能である。したがって、予め焼成した圧電セラミックスを接着剤で貼り合わせた従来の圧電セラミック板を用いた場合に比べて、同じバイモルフの厚みでより大きな変位量を得ることができる。

また、焼結体内の電極はスルーホールにより共通に接続されているので、外部に露出している1組の電極（ここでは電極と電気的に接続されている金属板をも含むものとする）により接続され得るので、接続用のリード線は2本で済むことになる。よって、従来の接着形式のバイモルフに比べて、非常に取扱いやすい構造とされている。

〔実施例の説明〕

第1図は、この発明の一実施例を示し、ここで

- 6 -

は、たとえばシム材からなる金属板21の両面に第1および第2の圧電セラミック板22、23が導電性接着剤24、25により貼付けられている。

ところで、各圧電セラミック板22、23は、共に電極を介在させた状態で複数のセラミックグリーンシートを積層し同時焼成して得られる焼結体を利用して構成されているものである。これを、第1の圧電セラミック板22の製作過程を説明することにより明らかにする。

第3図に示すように、まず複数枚のセラミックグリーンシート31、32、33を用意する。セラミックグリーンシート31には、スルーホール34を形成するとともに、上面に電極ペースト35を塗布する。セラミックグリーンシート32には、セラミックグリーンシート31のスルーホール34と一致する位置にスルーホール36を形成し、反対側の端部にスルーホール37を形成し、かつ図示のように電極ペースト38を塗布する。さらに、セラミックグリーンシート33には、セラミックグリーンシート32のスルーホール37

- 7 -

ミックシート31、32、33が分板されることになる。

上述のようにして、第1図に示したバイモルフ構造の第1の圧電セラミック板22を得ることができ、同様にして第2の圧電セラミック板23を得ることができる。そして、各圧電セラミック板22、23を、導電性接着剤24、25を用いて金属板20に貼付けることにより、第1図に示したバイモルフを得ることができる。

なお、参考のために、第2の圧電セラミック板23を構成する電極およびスルーホールについても、第1の圧電セラミック板22の電極およびスルーホールに相当する参照番号を付しておく。

したがって、上述のように、この実施例では、第1および第2の圧電セラミック板22、23が、複数のセラミックグリーンシートを電極を介在させた状態で積層し、同時焼成して得られた焼結体を用いられている。よって、各圧電セラミック板を構成するセラミックグリーンシートの厚みは、セラミックグリーンシートとして取扱い得る最も

- 9 -

と一致する位置にスルーホール39を形成し、かつその周囲に電極ペースト40を塗布する。合わせて、最下層となるセラミックグリーンシート33の裏面にも電極ペースト41を塗布する(第3図の(d)では、この電極ペースト41を図示するために電極ペースト41の上部に位置するセラミックグリーンシート33は想像線で示す。)

次に、各セラミックグリーンシート31…33を第3図(a)～(d)の姿勢のまま積層し圧着した後、同時焼成する。このようにして、第1の圧電セラミック板22を構成するための焼結体を得られる。この焼結体中の電極の電気的接続状態は、第4図に示すとおりである。すなわち、電極35と電極40は、(以後、先に示した電極ペーストと同一の参照番号により電極を示すことにする)、スルーホール34、36で電気的に接続されており、他方電極38、41はスルーホール37、39で相互に接続されている。よって、電極35からプラスの電位を、電極41からマイナスの電位を印加すれば、図示の矢印の方向に各セラ

- 8 -

薄い厚みにすることができ、よってたとえば75μmと、従来の接着タイプのバイモルフに用いた圧電セラミックス2a…3b(第2図参照)よりもかなり薄くすることができる。したがって、第1および第2の圧電セラミック板22、23は、第2図に示した従来の圧電セラミック板2、3に比べて層数が同じであればより薄くすることができる。このことは、逆に言えば全体の厚みが同じであれば、より大きな変位量のバイモルフを構成し得ることがわかる。

また、第1図に示すように、駆動に際しては、焼結体内部の電極38、40、58、60がスルーホールにより外側の電極41、35、61、55に引き出されているので、電極35、55および金属板21を外側と接続するだけで駆動することができる。よって、第2図に示した従来のバイモルフに比べて駆動に際しての電気的な接続数が大観に減ることがわかる。たとえば、第2図に示した従来の接着型のバイモルフにおいて、第1図に示した実施例と同様に片側3層に構成した場合、

- 10 -

外部との電気的接続数は7であるのに対し、第1図の実施例では上述のように3で済むことになる。よって、従来の接着型バイモルフに比べて、取扱いがはるかに容易になることがわかる。

以下、同じ厚みで構成した従来の接着型バイモルフと、第1図実施例の特性の比較をする。

第1図の実施例に従って、積層バイモルフを構成した。使用したセラミックス各層の厚みは $75\mu\text{m}$ であり、金属板20としても厚み $75\mu\text{m}$ のものをを用いた。他の大きさについては、第5図に示すように、金属板20の長さ l_1 を 32mm 、焼結体の長さ l_2 を 30mm とした。したがって、バイモルフ全体の厚みは $525\mu\text{m}$ であり、かつバイモルフとしての有効長は 28mm である。

他方、比較のために、第2図に示した従来の接着型のバイモルフを全体の厚みが同じく $525\mu\text{m}$ であり、かつ有効長が $28\mu\text{m}$ となるように構成した。その場合、金属板1としては、同じく $75\mu\text{m}$ の厚みのものをを用い、したがって各圧電セラミック板2a…3bの厚みは $112.5\mu\text{m}$ と

- 1 1 -

※： δ は μm 、 F はgで示した値

上記表から、この実施例に従って製作したバイモルフでは、変位量が従来例に比べて電界強度換算では1.5倍であるが実測値では約2倍となっており、より低電圧で駆動し得る構成であることがわかる。また、発生力 F についても2倍近くになっていることがわかる（電界強度換算では3割の改善）。

したがって、上記した具体的な特性比較からも明らかなように、同じ厚みに構成した場合、従来の接着型のバイモルフに比べて、より発生力が大きく、かつ低電圧駆動可能なバイモルフとし得ることがわかる。

なお、上述した実施例では、焼結体内に形成されている電極を接続するためのスルーホール34、36と、スルーホール37、39は、焼結体両端に分離して形成されていたが、たとえば第7図に平面図で示すように、焼結体の一方側に寄せて配置してもよい。このようにスルーホールの形成位置は、特に限定されるものではない。

- 1 3 -

した。その他の大きさについては、第2図に示す、外部の圧電セラミックス2a、3aの長さを 28mm 、内部の圧電セラミックス2b、3bの長さを 30mm 、金属板1の長さを 30mm とした。

なお、双方のバイモルフとも、幅は 10mm とした。また、圧電材料としては、 $\text{Pb}(\text{Ni}, \text{Nb}, \text{Fe})\text{O}$ 、 $-\text{PbTiO}_3$ 、 $-\text{PbZrO}_3$ 系セラミックスであり、誘電率 $\epsilon=4000$ 、 $d_{31}=260\times 10^{-12}\text{C/N}$ 、ヤング率 $E=6.4\times 10^{10}\text{N/m}^2$ のものをを用いた。

各バイモルフの特性を第6図に示す。第6図において、実線は第1図実施例に従った構造の特性であり、破線は第2図に示した従来の接着型のバイモルフの特性を示す。

第6図の結果を表にまとめると下記のとおりとなる。

| | F=0g 時の δ^* | | $\delta=0\mu\text{m}$ 時のF* | |
|------|--------------------|------|----------------------------|------|
| 印加電圧 | 1.2V | 2.4V | 1.2V | 2.4V |
| 従来例 | 80 | 165 | 10.5 | 20 |
| 実施例 | 150 | 310 | 20 | 38 |

- 1 2 -

また、第1図実施例では、各圧電セラミック板22、23は奇数枚のセラミックグリーンシートを積層して構成したが、偶数枚のセラミックグリーンシートを積層して構成してもよい。もっとも、第8図に電気的接続図で示すように、偶数枚の（ここでは片側4枚の）セラミックグリーンシートを積層して焼結体を構成した場合には、金属板90から取出される電極とは逆の電位となる電極91、92の引出しのために、最外層に、最外層の電極94と電気的に接続されない小面積の引出部95を形成しなければこのような狭い引出部95で接続するのは現実には難しく、したがって、第1図実施例のように奇数枚のセラミックグリーンシートを積層した構成が好ましい。

〔発明の効果〕

以上のように、この発明では、金属板の両面に貼付けられる第1および第2の圧電セラミック板が、複数のセラミックグリーンシートを電極を介在させて積層し同時に焼成して得られた焼結体を用いて構成されている。よって、各圧電セラミック

- 1 4 -

板内で電極間に挟まれるセラミック層の厚みを従来の接合型のバイモルフの組合に比べてはるかに薄くすることができる。したがって、より大きな変位量の、すなわちより低電圧で駆動し得るバイモルフを実現することができる。また、焼結体内の電極はスルーホールにより外部に引出されているので、駆動に際しての外部との電気的接触抵抗を大きく低減されており、したがって従来の接合型バイモルフに比べて取扱い性が大きく改善されている。

この発明は、たとえば圧電スイッチ等に有利に利用し得るが、その他従来の圧電バイモルフを有する分野一般に適用し得るものであることを指摘しておく。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の一実施例の断面図である。第2図は、従来のバイモルフの一例を示す断面図である。第3図は、第1図実施例を製造するのに用いるセラミックグリーンシートおよび電極パターンを説明するための斜視図である。第4図は、

- 15 -

第1図実施例に用いる圧電セラミック板における電気的接続状態を示す模式図である。第5図は、第1図実施例に従って図作したバイモルフの形状を説明するための斜視図である。第6図は、この発明に従って製作したバイモルフと従来のバイモルフの特性を示す図である。第7図はスルーホール形成位置図を変更した例を示す平面図であり、第8図は偶数枚のセラミックグリーンシートを用いた場合の電気的接続図である。

図において、20は金属板、22は第1の圧電セラミック板、23は第2の圧電セラミック板、31、32、33はセラミックグリーンシート、34、36、37、39はスルーホール、35、38、40、41は電極、55、58、60、61は電極、54、56、57、59はスルーホールを示す。

特許出願人 株式会社村田製作所

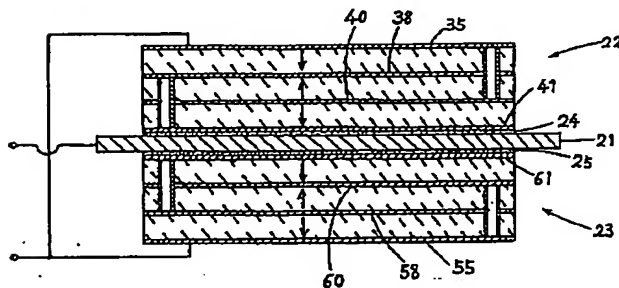
代理人 弁理士 森 見 久 郎

(ほか2名)

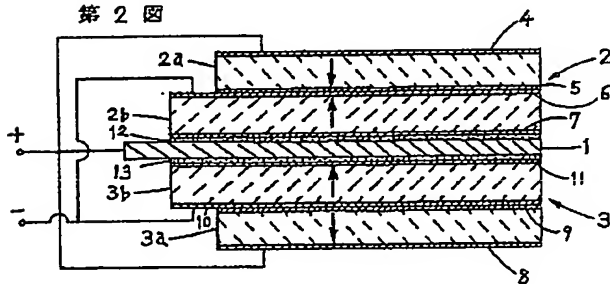


- 16 -

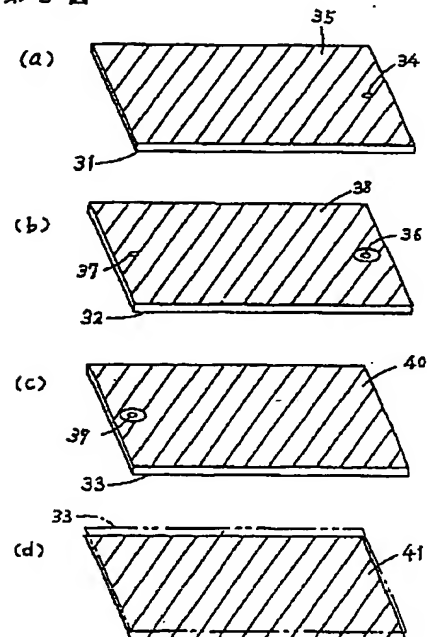
第1図



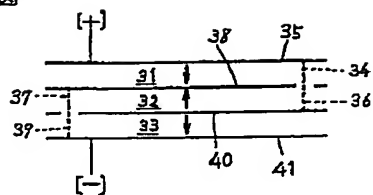
第2図



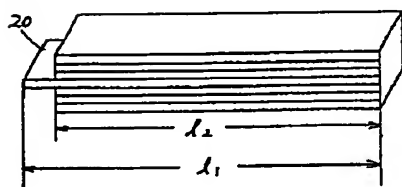
第3図



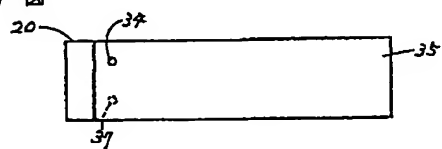
第4図



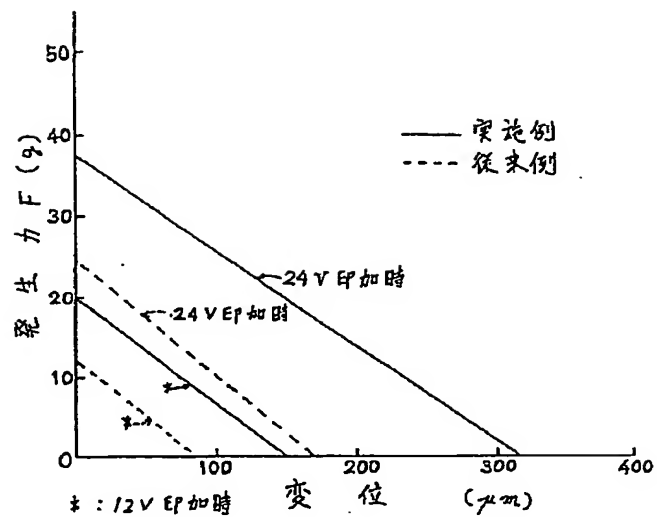
第5図



第7図



第6図



第8図

